

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 907 103 A1

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(12)

(51) Int. Cl.⁶: G03C 1/74, B05C 5/00(43) Veröffentlichungstag:
07.04.1999 Patentblatt 1999/14

(21) Anmeldenummer: 97810733.2

(22) Anmeldetag: 03.10.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE

(71) Anmelder:

Troller Schweizer Engineering AG
3172 Niederwangen (CH)

(72) Erfinder:

- Schweizer, Peter M.
3184 Wünnewil (CH)
- Troller, Urs
4632 Trimbach (CH)

(74) Vertreter:

AMMANN PATENTANWÄLTE AG BERN
Schwarztorstrasse 31
3001 Bern (CH)

(54) Verfahren und Apparatur zur Vorhangbeschichtung eines bewegten Trägers

(57) Beim Verfahren zur Vorhangbeschichtung eines bewegten Trägers mit einer beliebigen Giesslösung wird dem geführten Vorhang beidseitig der Seitenfluss quer zur Erstreckung des Vorhangs, parallel zur Vorderwand der Seitenführungen eingespeist. Die Einspeisung des Flüssigkeitsfilms auf der Seitenführung wird dabei derart vorgenommen, dass seine Oberflächen-Geschwindigkeit an jedem Ort entlang der Seitenführung gleich mit der Fallgeschwindigkeit des Vorhangs ist.

Die Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass zwischen dem Flüssigkeits-Zufluss (9) und der Vorhangseite eine poröse Platte (2) angeordnet ist.

Dadurch wird eine konstante Beschichtung ohne Störungen durch Randeinflüsse gewährleistet.

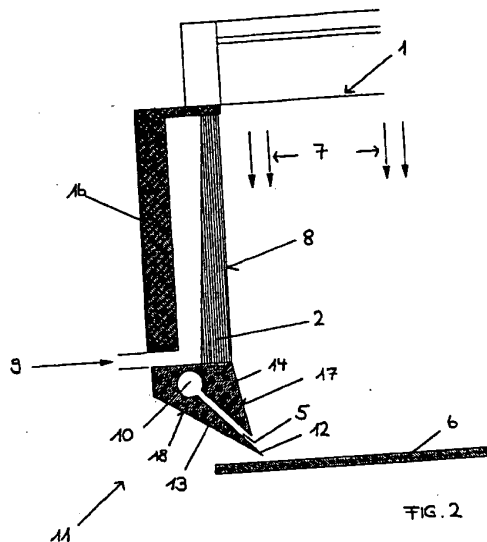


FIG. 2

EP 0 907 103 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Apparatur gemäss Oberbegriff der unabhängigen Patentansprüche. Ein solches Verfahren und eine solche Apparatur ist in der EP-A-0 740 197 beschrieben. Die darin offenbarten flächenhaften Führungen brachten zwar einen gewissen Fortschritt gegenüber dem damaligen Stand der Technik, weisen aber noch Nachteile auf: Die Fallgeschwindigkeit des Vorhangs nimmt infolge Gravitation vom Ort, wo der Vorhang gebildet wird in Fallrichtung stetig zu, im Flüssigkeitsfilm hingegen, der an der Seitenführung herunterfliesst, führt die Gravitation nicht zu einer stetigen Beschleunigung, sondern die Oberflächen-Geschwindigkeit des Flüssigkeitsfilmes nimmt infolge innerer Reibung einen konstanten Wert an. Wo sich Vorhang und Seitenführung treffen, ist es höchstens an einem Punkt möglich, die beiden Geschwindigkeiten gleichzustellen, woraus infolge lokaler Verzerrungen und Einschnürungen in der Vorhangrandzone eine verminderte Vorhangstabilität resultiert. Als Giesslösung wird eine beliebige Giesslösung, bzw. flüssiges Beschichtungsmaterial betrachtet.

[0002] Eines der Hauptprobleme des Vorhanggussverfahrens ist die Aufrechterhaltung eines stabilen Vorhangs, insbesondere in der Umgebung der Seitenführungen, welche nötig sind, um eine Vorhangkontraktion infolge von Oberflächenspannungskräften zu vermeiden.

[0003] Problematisch ist insbesondere die geometrische Gestaltung der Vorhang-Seitenführungen für den Fall, in dem der Vorhang schmaler ist als der zu beschichtende Träger.

[0004] Prinzipiell kann gemäss EP-B-0 414 721 noch eine weitere Form von Vorhang-Seitenführungen verwendet werden, wobei eine linienartige Apparatur beschrieben ist, bei der die Seitenführung aus einem geraden Stab besteht. Der Nachteil von linienartigen Seitenführungen besteht darin, dass die Fallkurve des Flüssigkeitsvorhangs von verschiedenen Parametern abhängt, z.B. Viskosität, Oberflächenspannung, Volumenstrom, geometrische Gestaltung der Giesserlippe, an der Vorhang entsteht, Richtung der Anfangsgeschwindigkeit des Vorhangs relativ zur Richtung des Gravitationsvektors, etc. In den allermeisten Fällen ist die Fallkurve des Vorhangs nicht geradlinig, und sie ändert sich von Anwendung zu Anwendung, falls einer der obigen Parameter sich ändert.

[0005] Flächenförmige Seitenführungen gemäss eingangs erwähnter Patentanmeldung haben diesen Nachteil zwar im Prinzip nicht, jedoch andere, wie beschrieben. Die EP-A-0 737 521 beschreibt ebenfalls eine ungefähr flächenförmige Seitenführung, doch wird auch dort die Benetzungsfähigkeit von oben eingespeist und eine Vorrichtung für das Trennen des Randes vom Mittelteil des Vorhangs wird benötigt.

[0006] Es ist von diesem Stand der Technik ausge-

hend Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, die eine grössere Stabilität des Vorhangs gewährleisten. Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst.

[0007] Die Erfindung wird im folgenden anhand einer Zeichnung eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Figur 1 zeigt eine Seitenansicht, teilweise geschnitten, einer erfindungsgemässen Vorhang-Beschichtungsanlage,

Figur 2 zeigt eine Sicht von Vorne, teilweise geschnitten, der Anlage nach Fig. 1,

Figur 3 zeigt den Strömungsverlauf des Flüssigkeitsfilms entlang der in Fig. 1 dargestellten porösen Platte, und

Figur 4 zeigt in einem Schema die Dicke der porösen Platte in Abhängigkeit von der Distanz entlang der Vorhangberandung.

[0008] Die Stabilität eines Flüssigkeitsvorhangs ist gegeben, wenn seine Fallgeschwindigkeit überall grösser ist als die Ausbreitungs-Geschwindigkeit von Störungen darin. Wenn dieses Kriterium erfüllt ist, können sich Störungen nicht nach oben, d.h. entgegen der Fallrichtung des Vorhangs, ausbreiten, sondern werden nach unten weggeschwemmt. Auf Grund von theoretischen Ueberlegungen kann man schliessen, dass die Vorhangstabilität negativ beeinflusst wird durch, unter anderem,

- hohe Oberflächenspannungen,
- dünne Vorhänge,
- niedrige Vorhangfallgeschwindigkeiten.

[0009] Dünne Vorhänge und niedrige Fallgeschwindigkeiten treten vor allem in der Umgebung der Vorhang-Seitenführungen auf, weil sich einerseits der Vorhang infolge Benetzung der Seitenführung lokal einschnürt und weil andererseits die Vorhang-Fallgeschwindigkeit durch die Seitenführung gebremst wird.

[0010] Wie bereits erwähnt, wurde gemäss EP-A-0 740 197 versucht, diese Nachteile zu reduzieren, indem die flächenartige Seitenführung mit einem Flüssigkeitsfilm beschickt wird. Dem Vorhang wird also nicht eine stationäre, d.h. stark bremsende Wand entgegengehalten, sondern eine bewegte Wand in Form eines abwärts fliessenden Flüssigkeitsfilmes. Es bestehen jedoch noch folgende Nachteile:

[0011] Die Fallgeschwindigkeit des Vorhangs nimmt infolge Gravitation vom Ort, wo der Vorhang gebildet wird, in Fallrichtung stetig zu und zwar gemäss

$$V_c = V_0 + \sqrt{2gx}$$

- V_c = Vorhangfallgeschwindigkeit
 V_0 = Anfangsgeschwindigkeit des Vorhangs
 g = Gravitationskonstante
 x = Vorhangfallhöhe gemessen vom Vorhangursprung

[0012] Im Flüssigkeitsfilm hingegen, der an der Seitenführung herunterfließt, führt die Gravitation nicht zu einer stetigen Beschleunigung, sondern die Oberflächen-Geschwindigkeit des Flüssigkeitsfilmes nimmt infolge innerer Reibung einen konstanten Wert an gemäß

$$V_f = \left(\frac{\rho g \cos(\beta) Q_f^2}{2\mu} \right)^{1/3}$$

- V_f = Oberflächen-Geschwindigkeit des Flüssigkeitsfilms
 Q_f = Volumenstrom des Flüssigkeitsfilms/Filmbreite
 β = Neigungswinkel des Flüssigkeitsfilmes gegenüber der Vertikalen
 ρ = Dichte der Filmflüssigkeit
 μ = Viskosität der Filmflüssigkeit

[0013] Wo sich Vorhang und Seitenführung treffen, ist es also höchstens in einem Punkt möglich, die beiden Geschwindigkeiten gleichzustellen. In allen anderen Punkten entlang der Seitenführung unterscheiden sich die beiden Geschwindigkeiten, was zu lokalen Verzerrungen und Einschnürungen in der Vorhangrandzone führt, und deshalb zu einer verminderten Vorhangstabilität.

[0014] Im weiteren wird in der EP-A-0 740 197 die Seitenführung am unteren Ende durch eine Messerklinge abgeschlossen. Diese Klinge schneidet eine Randzone des Vorhangs ab, welche zusammen mit dem Flüssigkeitsfilm abgesaugt wird, und deshalb zu Giesslösungsverlusten führt, welche sehr kostspielig sein können. Negativ wirkt sich vor allem auch aus, dass die Messerklinge, welche eine endliche Ausdehnung in Vorhangfallrichtung von mehreren Millimetern hat, eine Seitenberandung in Form einer stationären Wand darstellt, welche den Vorhang bremst, und zwar genau dort, wo von der bewegten Trägerbahn her viele Störungen auf den Vorhang einwirken. Die Messerklinge bewirkt also ebenfalls eine Verminderung der Vorhangstabilität.

[0015] Die vorliegende Erfindung beseitigt die oben beschriebenen Nachteile, d. h. erhöht die Stabilität des Vorhangs, in dem der Flüssigkeitsfilm auf der flächenförmigen Vorhang-Seitenführung so ausgebildet ist, dass seine Oberflächen Geschwindigkeit an jedem Ort entlang der Seitenführung identisch ist mit der Fallgeschwindigkeit des Vorhangs, und so zu keinen lokalen Verzerrungen und Einschnürungen im Vorhang führt und keine stationäre Wand in Form einer Messerklinge

im unteren Teil des Vorhangs vorhanden ist, welche die Abwärtsbewegung des Vorhangs bremst.

[0016] In den Figuren 1 und 2 erkennt man die Gies-slippe 1, eine poröse Platte 2, die zwischen zwei Rand-platten 3 und 4 angeordnet ist und die zusammen einen Kanal 15 bilden, einen Saugschlitz 5 sowie die Trägerbahn 6. In Figur 2 ist mit den Pfeilen 7 der Vorhang angedeutet und der Wasserfilm 8, siehe auch Fig. 3, eingezeichnet. Man erkennt ferner den Wasserzufluss 9 und die Vakuumentleitung 10, die zum Saugschlitz 5 führt. Ausserdem ist ein Teil der Hinterwand 16 der Seitenführung sichtbar, in der der Zufluss 9 angeordnet ist.

[0017] Im Kanal 15 fließt eine niedrig-viskose Flüssigkeit, vorzugsweise Wasser, vertikal nach unten. Die Temperatur dieser Flüssigkeit muss gleich sein wie die Temperatur der Giesslösung im Vorhang.

[0018] Die Breite des Kanals 15, die der Breite der porösen Platte 3 entspricht, siehe Fig. 1, muss so gewählt werden, dass sich der Vorhang, je nach Vorhangfallkurve, ungehindert an den Flüssigkeitsfilm anhaften kann, vorzugsweise 10 - 20 mm.

[0019] Die Tiefe des Kanals muss etwas grösser sein als die Dicke des darin fließenden Flüssigkeitsfilmes, 0.2 - 4.0 mm, vorzugsweise 0.5 - 3.0 mm.

[0020] Die Grundfläche des Kanals besteht, bis auf den untersten Teil, auf der ganzen Länge aus einem porösen Material, durch welches Flüssigkeit strömt, die den Flüssigkeitsfilm auf der Seitenberandung bildet. Der so gebildete Flüssigkeitsfilm wird damit an jeder Stelle entlang der Fließrichtung mit Flüssigkeit gespiesen, so dass die Dicke des Flüssigkeitsfilmes kontinuierlich von oben nach unten zunimmt, siehe auch Fig. 3.

[0021] Das poröse Material ist als Platte 2 ausgebildet, deren Dicke H_p über die Länge der Seitenführung variiert. Die Zuführung von Flüssigkeit in die poröse Platte geschieht vom Zufluss 9 aus, der hinter der porösen Platte 2 auf der ganzen Länge der Seitenführung angeordnet ist. Dieser Zufluss ist seinerseits mit einem nicht dargestellten Flüssigkeits-Speisesystem verbunden, z.B. Reservoir mit Pumpe.

[0022] Die Dicke H_p der porösen Platte muss so ausgebildet sein, dass an jeder Stelle genau so viel Flüssigkeit durch die Platte strömen kann, dass die abwärtsgerichtete Oberflächen-Geschwindigkeit des auf der anderen Plattenseite entstehenden Flüssigkeitsfilmes genau der sich stetig erhöhenden Fallgeschwindigkeit des Vorhangs entspricht.

[0023] Die Plattendicke kann bei Betrachtung des Kontrollvolumens, gestricheltes Rechteck, in Figur 3 auf Grund folgender Ueberlegungen berechnet werden:

[0024] Die Zunahme des Volumenstromes/Kanalbreite des Flüssigkeitsfilmes zwischen Ein- und Austritt aus dem Kontrollvolumen entspricht genau dem Volumenstrom/Kanalbreite, der durch die poröse Platte in das Kontrollvolumen fließt. Letzterer Volumenstrom ist aber gleich dem Produkt aus Geschwindigkeit der Strömung durch die poröse Platte und Höhe dx des Kontrollvolumens, siehe Figur 3.

$$dQ_I = dQ_P = V_P dx$$

$$\frac{dQ_I}{dx} = V_P$$

[0025] Die Geschwindigkeit von Strömungen durch poröse Platten kann beispielsweise nach P. Grassmann, Physikalische Grundlagen der Verfahrenstechnik, 1970, Sauerländer, Aarau, berechnet werden:

$$V_P = \frac{1}{5} \frac{\Delta p}{H_P} \frac{\varepsilon^3}{p(1-\varepsilon)^2 S^2 \mu} \quad (1)$$

1

- V_P = Strömungsgeschwindigkeit in porösem Medium
 Δp = Druckabfall über poröse Platte
 H_P = Dicke der porösen Platte
 μ = Viskosität der Flüssigkeit, die durch das poröse Medium strömt
 ε = Porosität des porösen Mediums
 S = Oberfläche/Volumen des porösen Mediums

[0026] Setzt man die Ausdrücke für die Vorhang-Fallgeschwindigkeit und die Oberflächen-Geschwindigkeit des Flüssigkeitsfilms einander gleich, so erhält man einen Ausdruck für den Volumenstrom/Kanalbreite des Flüssigkeitsfilms, der von der Längskoordinate x abhängt:

$$Q_I = \left[(V_0 + \sqrt{2gx})^3 \frac{2\mu}{\rho g \cos(\beta)} \right]^{1/2} \quad (2)$$

[0027] Wird dieser Ausdruck nach x differenziert und der Geschwindigkeit durch poröse Medien gleichgesetzt, so erhält man einen Ausdruck für die Dicke der porösen Platte als Funktion von x :

$$H_P(x) = \frac{1}{5} \frac{(\rho_0 + \rho g x)}{\frac{dQ_I}{dx}} \frac{\varepsilon^3}{(1-\varepsilon)^2 S^2 \mu} \quad (3)$$

[0028] Die Dicke der porösen Platte hängt also von den Eigenschaften der Strömungsflüssigkeit und des porösen Mediums ab, sowie vom Flüssigkeitsdruck p_0 hinter der porösen Platte, der die Minimaldicke der Platte bestimmt. Die Abhängigkeit der Plattendicke von der Distanz entlang der Platte und vom Flüssigkeitsdruck p_0 ist beispielhaft in Figur 4 gezeigt.

[0029] Beispielsweise variiert die Dicke der porösen Platte bei einer Porosität von 0.47 und einem Flüssigkeitsdruck hinter der porösen Platte von 3000 Pa über eine Länge der Seitenberandung von 150 mm von etwa

2 mm bis etwa 8.7 mm.

[0030] Der untere Teil 11 des Kanals besteht nicht aus einem porösen Material, sondern aus einem festen, gut benetzenden Material. Dieser untere Teil des Kanals besteht aus einem Unterteil 13 und einem Oberteil 14. Die vorhangseitige Fläche 17 des Oberteils ist leicht gegenüber der Vertikalen geneigt, um die Stabilität des Vorhangs zu erhöhen. Der Neigungswinkel beträgt vorzugsweise $1^\circ - 5^\circ$.

[0031] Am unteren Ende des Kanals, bzw. des unteren Teils 11 befindet sich der Saugschlitz 5, der sich quer zur Flüssigkeitsströmung über die ganze Kanalbreite ausdehnt. Durch diesen Saugschlitz, der eine Höhe von 0.1 - 1.0 mm, vorzugsweise 0.3 - 0.5 mm hat, wird die Flüssigkeit, die durch die poröse Platte fließt und eventuell auch eine kleine Menge der Vorhangflüssigkeit, abgesaugt.

[0032] Die Trennung zwischen der Flüssigkeit, die abgesaugt wird und der Flüssigkeit, die auf den Träger beschichtet wird, geschieht an der unteren Kante 12 des Saugschlitzes. Diese Kante befindet sich am Ende des Unterteils 13 des Saugschlitzes, wobei die untere Fläche 18 dieses Unterteils einen Winkel gegenüber der Horizontalen von $1^\circ - 60^\circ$, vorzugsweise von $45^\circ - 60^\circ$, einschließt. Die Kante 12 des Saugschlitzes steht zudem um eine Distanz von 0 - 5 mm, vorzugsweise 1 - 3 mm, gegenüber dem Oberteil 14 des Saugschlitzes vor. Diese vorstehende Kante bietet der Seitenflüssigkeit eine Aufprallfläche, von der sie leichter abgesaugt werden kann.

[0033] Ein wichtiger Punkt ist die geometrische Ausbildung des Unterteils 13 der Vorhangberandung. Insbesondere darf dieses Teil nicht parallel zur Trägerfläche verlaufen, damit kein enger Spalt entsteht, in den Flüssigkeit vom Vorhang oder begossenen Film infolge Kapillarwirkung hineingezogen wird und dadurch die Qualität des begossenen Randes beeinträchtigt, oder gar die Aufrechterhaltung eines kohärenten Giessverfahrens verunmöglicht wird.

[0034] Die untere Kante 12 des Saugschlitzes wird in einem Abstand von 0.1 - 1.0 mm, vorzugsweise 0.3 - 0.5 mm, über der Trägerbahn angeordnet. Durch diesen kurzen Abstand wird vermieden, dass der sich von der Kante ablösende Vorhang einen grossen Randwulst auf dem Träger bildet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Vorhangbeschichtung eines bewegten Trägers mit einem flüssigen Beschichtungsmaterial, wobei dem geführten Vorhang beidseitig ein Seitenfluss zugeführt wird, die Breite des Vorhangs grösser ist als die Breite der Beschichtung auf dem Träger und der Seitenfluss quer zur Erstreckung des Vorhangs, parallel zur Vorderwand der Seitenführungen eingespeist wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Einspeisung des Flüssigkeitsfilms auf der Seitenführung derart vor-

genommen wird, dass seine Oberflächen-Geschwindigkeit an jedem Ort entlang der Seitenführung gleich ist mit der Fallgeschwindigkeit des Vorhangs.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einspeisung durch eine poröse Platte erfolgt, wobei deren Dicke die erforderliche Oberflächen-Geschwindigkeit des Flüssigkeitsfilm bestimmt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Platte dadurch berechnet wird, dass der Ausdruck für die Vorhangfallgeschwindigkeit der Oberflächen-Geschwindigkeit des Flüssigkeitsfilms gleichgesetzt wird und dass der so erhaltene Ausdruck für den Volumenstrom/Kanalbreite (Q_f) nach x differenziert und mit der Geschwindigkeit durch die poröse Platte (V_p) gleichgesetzt wird, wobei

$$Q_f = \left[(V_0 + \sqrt{2gx})^3 \frac{2\mu}{\rho g \cos(\beta)} \right]^{1/2} \quad (2)$$

$$V_p = \frac{1}{5} \frac{\Delta p}{H_p (1-\varepsilon)^2 S^2 \mu} \varepsilon^3 \quad (1)$$

mit

V_p = Strömungsgeschwindigkeit in porösem Medium
 Δp = Druckabfall über poröse Platte
 H_p = Dicke der porösen Platte
 μ = Viskosität der Flüssigkeit, die durch das poröse Medium strömt
 ε = Porosität des porösen Mediums
 S = Oberfläche/Volumen des porösen Mediums, woraus

$$H_p(x) = \frac{1}{5} \frac{(\rho_0 + \rho g x)}{\frac{dQ_f}{dx}} \frac{\varepsilon^3}{(1-\varepsilon)^2 S^2 \mu} \quad (3)$$

folgt.

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit zwei Seitenführungen für den Vorhang (7) und einer Einrichtung, um den Flüssigkeitsfilm (8) parallel zur Hinterwand (16) der Seitenführung einzuspeisen sowie einer Einrichtung (10) zum Absaugen des Flüssigkeitsfilms, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Flüssigkeits-Zufluss (9) und der Vorhangseite eine poröse Platte (2) angeordnet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich die poröse Platte (2) über fast die ganze Höhe der Seitenführung erstreckt und deren Dicke

$$H_p(x) = \frac{1}{5} \frac{(\rho_0 + \rho g x)}{\frac{dQ_f}{dx}} \frac{\varepsilon^3}{(1-\varepsilon)^2 S^2 \mu} \quad (3)$$

beträgt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der den Flüssigkeitsfilm (8) führende Kanal (15) aus der porösen Platte (2) und einem sich daran anschliessenden Teil (11) aus einem nichtporösen Material als Grundfläche sowie beidseitig zwei sich längerstreckenden Randplatten (3, 4) gebildet wird, wobei die Breite der Grundfläche des Kanals 10 - 20 mm und die Tiefe des Kanals 0.2 - 4.0 mm beträgt.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Saugschlitz (5) im unteren Teil (11) des Kanals angeordnet ist, der Saugschlitz durch ein Unterteil (13) und ein Oberenteil (14) gebildet ist und das Unterteil um eine Kante (12) hervorsteht, wobei die vorhangseitige Fläche (17) des Oberteils gegenüber der Vertikalen und sowohl die Kante (12) als auch die untere Fläche (18) des Unterbaus (13) gegenüber der Horizontalen geneigt sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die vorhangseitige Fläche (17) des Oberbaus (14) um 1 - 5° gegenüber der Vertikalen geneigt ist und die untere Fläche (18) des Unterbaus (13) und die Kante (12) gegenüber der Horizontalen einen Winkel von 1 - 60°, insbesondere 45 - 60°, einschliessen und die Kante (12) um 0 - 5 mm, insbesondere 1 - 3 mm vorsteht.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe des Saugschlitzes 0.1 - 1.0 mm, insbesondere 0.3 - 0.5 mm und der Abstand zwischen der Kante (12) des Saugschlitzes und der Trägerbahn (6) 0.1 - 1.0 mm, insbesondere 0.3 - 0.5 mm beträgt.

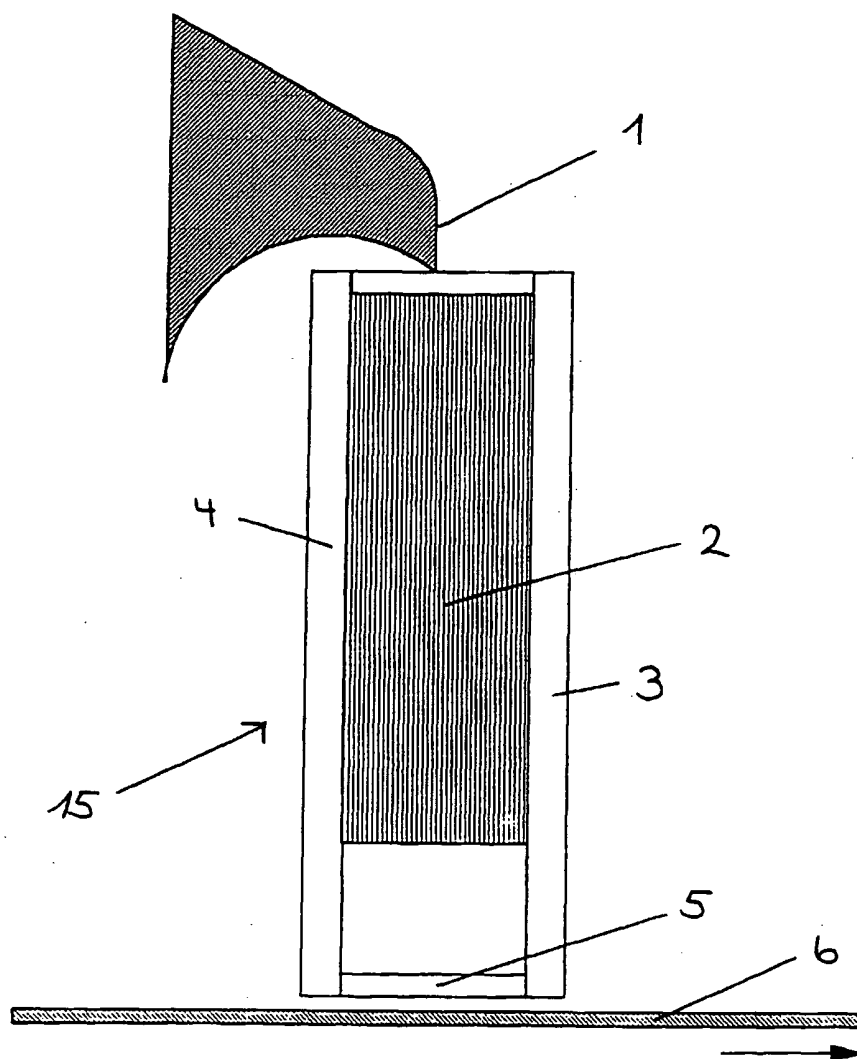
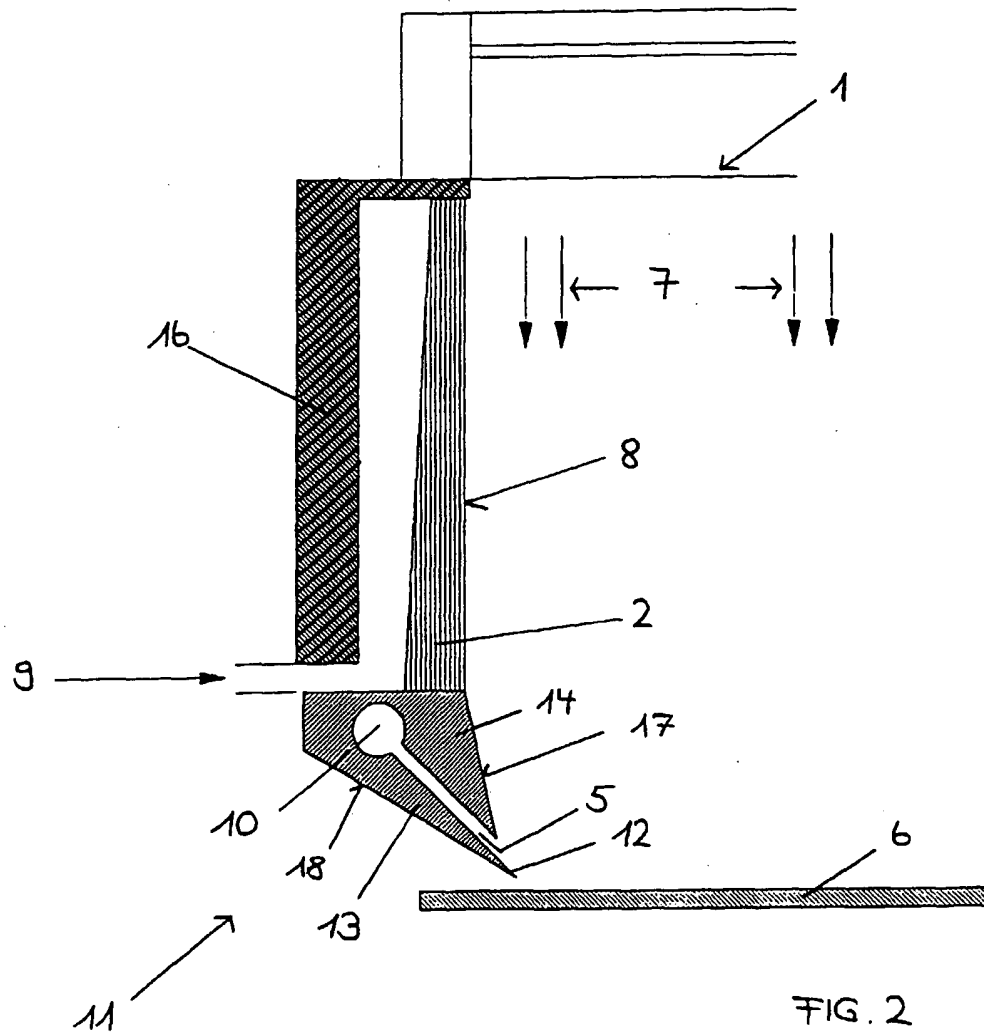


FIG. 1



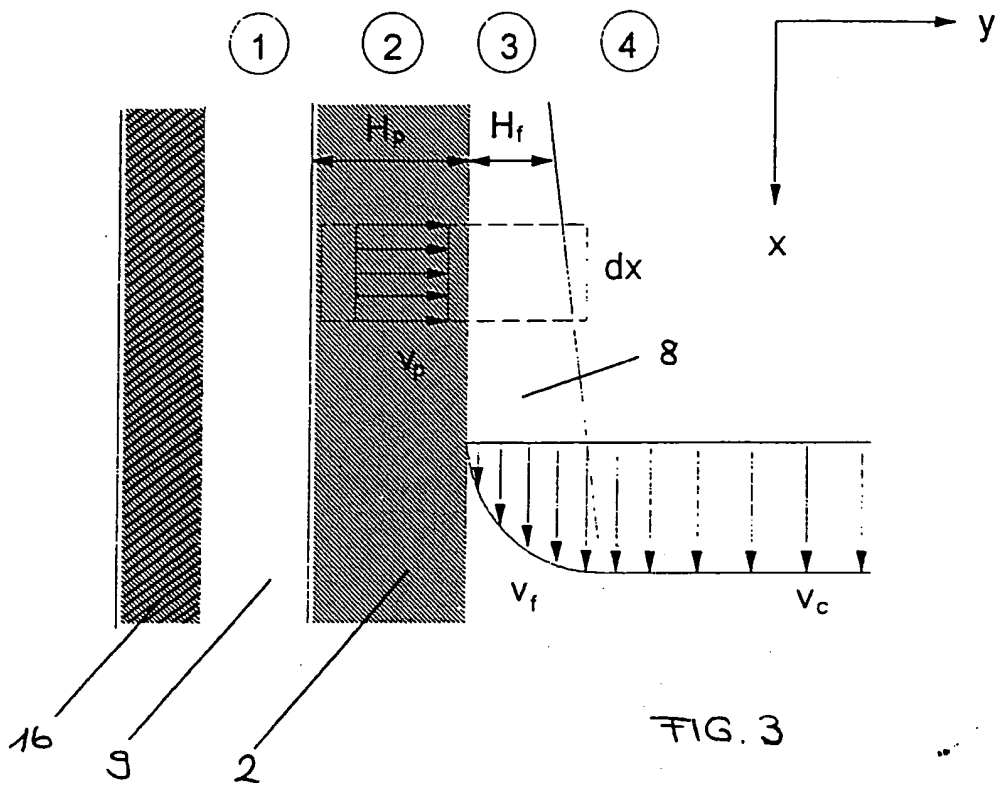


FIG. 3

$\varepsilon = 0.47$, $S = 85'500$, Parameter: p_0 [Pa]

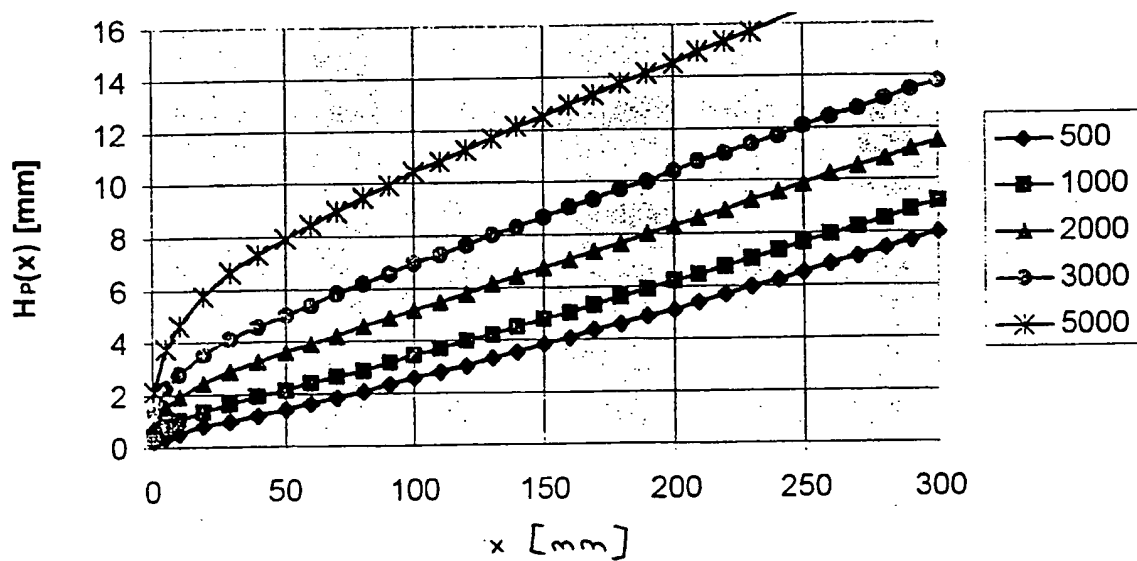


FIG. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 97 81 0733

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
D, A	EP 0 740 197 A (ILFORD AG) * Ansprüche 1,2,6-8; Abbildungen 1-3 *	1-9	G03C1/74 B05C5/00
A	US 4 479 987 A (KOEPE ET AL.) * Spalte 3, Zeile 43 - Spalte 4, Zeile 68; Abbildungen 1,6 *	1-9	
A	GB 2 021 001 A (FUJI PHORO FILM CO. LTD.) * Seite 1, Zeile 19 - Seite 4, Zeile 25; Abbildungen 1,5 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			G03C B05C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
DEN HAAG		3. März 1998	
		Prüfer	
		Balsters, E	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
<p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p>			
<p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, Übereinstimmendes Dokument</p>			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 97 81 0733

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-03-1998

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 740197 A	30-10-96	KEINE	
US 4479987 A	30-10-84	DE 3300150 A	05-07-84
		EP 0115621 A	15-08-84
		JP 59132966 A	31-07-84
GB 2021001 A	28-11-79	JP 54068847 A	02-06-79
		JP 60014624 B	15-04-85